

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
21. August 2003 (21.08.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/069151 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 45/08, 47/02

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/00210

(22) Internationales Anmeldedatum:  
27. Januar 2003 (27.01.2003)

(71) Anmelder (nur für US): SANDER-POTZ, Maike (Erbin des verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Zeppelinstrasse 105, 70193 Stuttgart (DE). POTZ, Wendelin (Erbe des verstorbenen Erfinders) [DE/DE]; Zeppelinstrasse 105, 70193 Stuttgart (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(72) Erfinder: POTZ, Detlev (verstorben).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(72) Erfinder; und

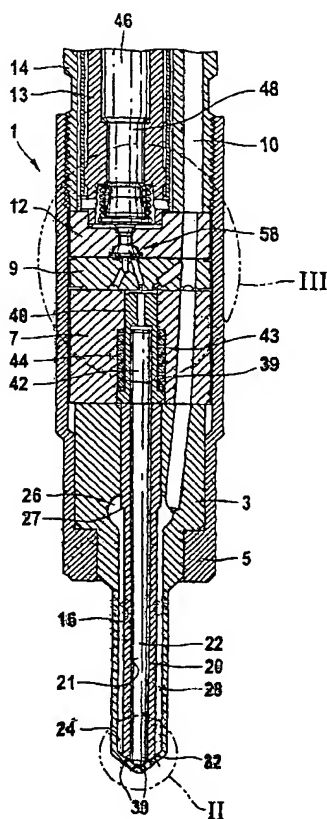
(30) Angaben zur Priorität:  
102 05 970.5 14. Februar 2002 (14.02.2002) DE

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOEHLAND, Peter [DE/DE]; Erfurter Weg 11/1, 71672 Marbach (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection valve for internal combustion engines, comprising a housing (1) in which an outer valve needle (20) and an inner valve needle (22), which is guided in said outer valve needle, are arranged in a bore hole (16). The outer valve needle (20) controls an outer row of injection openings (130) by means of a longitudinal movement and the inner valve needle (22) likewise controls an inner row of injection openings (230) by means of a longitudinal movement, fuel being supplied to said rows of injection openings (130; 230) with an injection pressure by means of a high pressure channel formed in the housing (1). A control pressure chamber (52) is embodied in the housing (1) and can be connected to the high pressure channel (10). A closing force is at least indirectly exerted on the inner valve needle (22) by means of the pressure of said control pressure chamber. The high pressure channel (10) is connected to a control chamber (50), and a closing force is at least indirectly exerted on the outer valve needle (20) by means of the pressure of said control chamber. The control chamber (50) is connected to the control pressure chamber (52). A control valve (58) is arranged in the housing (1), by which means the control chamber (50) can be connected to a leak oil chamber (78).

(57) Zusammenfassung: Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (16) eine äussere Ventlnadel (20) und eine darin geführte innere Ventlnadel (22) angeordnet sind. Die äussere Ventlnadel (20) steuert durch eine Längsbewegung eine äussere Einspritzöffnungsreihe (130) und die innere Ventlnadel (22) ebenfalls durch eine Längsbewegung eine innere Einspritzöffnungsreihe (230), welchen Einspritzöffnungsreihen (130; 230) Kraftstoff durch einen im Gehäuse (1) ausgebildeten Hochdruckkanal (10) mit einem Einspritzdruck zugeführt wird. Im Gehäuse (1) ist ein Steuerdruckraum (52) ausgebildet, der mit dem Hochdruckkanal (10) verbindbar ist und durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schliesskraft auf die innere Ventlnadel (22) ausgeübt wird. Der Hochdruckkanal (10) ist mit einem Steuerraum (50) verbunden, durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schliesskraft auf die äussere Ventlnadel (20) ausgeübt wird, wobei der Steuerraum (50) mit dem Steuerdruckraum (52) verbunden ist. Im Gehäuse (1) ist ein Steuerventil (58) angeordnet, durch das der Steuerraum (50) mit einem Leckölraum (78) verbindbar ist.

Best Available Copy

WO 03/069151 A1



**KUEGLER, Thomas** [DE/DE]; Siebenmorgenstrasse 12, 70825 Korntal-Muenchingen (DE). **KOENINGER, Andreas** [DE/DE]; Am Wolfsbaum 17, 75245 Neulingen-Goebrichen (DE). **NUNIC, Predrag** [DE/DE]; Loebener Strasse 38, 70469 Stuttgart (DE).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

- (81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): CN, JP, KR, PL, US.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

## Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen nach der Gattung des Patentanspruchs 1 aus. Ein derartiges Kraftstoffeinspritzventil ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 41 15 477 A1 bekannt. In einem Gehäuse befindet sich eine äußere Ventilnadel und eine darin geführte innere Ventilnadel. Beide Ventilnadeln wirken mit ihrem brennraumseitigen Ende mit einer Ventilsitzfläche zusammen, in der zwei Reihen von Einspritzöffnungen ausgebildet sind. Die äußere Einspritzöffnungsreihe wird hierbei von der äußeren Ventilnadel gesteuert, die innere Einspritzöffnungsreihe entsprechend von der inneren Ventilnadel. Durch einen im Gehäuse ausgebildeten Hochdruckkanal wird den Einspritzöffnungen Kraftstoff unter hohem Druck zugeleitet, der gesteuert von den Ventilnadeln durch die Einspritzöffnungen austritt und von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

Im Gehäuse des Kraftstoffeinspritzventils ist ein Steuerraum ausgebildet, dessen Druck auf die Stirnseite eines Druckkolbens wirkt, der mit der inneren Ventilnadel verbunden ist. Auf diese Weise ergibt sich über den Druck im Steuerraum eine Schließkraft auf die innere Ventilnadel, die diese in Anlage an der Ventilsitzfläche hält. Der Steuerraum kann über

ein Steuerventil mit dem Einspritzdruck verbunden oder auch in einen Leckölraum entlastet werden, so dass auf diese Weise der Druck im Steuerraum gesteuert werden kann. Die Öffnungskraft auf die innere bzw. äußere Ventilnadel wird im genannten Stand der Technik durch Beaufschlagung mit Kraftstoffdruck einer jeweils an den Ventilnadeln ausgebildeten Druckfläche erzeugt, wobei der Druck, bei dem die Ventilnadeln öffnen, als Öffnungsdruck bezeichnet wird.

Das bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei jedoch den Nachteil auf, dass die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel nicht hydraulisch erzeugt wird, sondern über eine fest vorgespannte Schließfeder. Deshalb ist der Öffnungsdruck der äußeren Ventilnadel nicht regelbar, und es kann durch die äußere Einspritzöffnungsreihe nur mit einem Mindestdruck, der dem Öffnungsdruck der äußeren Ventilnadel entspricht, eingespritzt werden. Darüber hinaus weist der Stand der Technik den Nachteil auf, dass das Steuerventil, welches den Druck im Steuerraum regelt, als 3/2-Wege-Ventil mit Schiebersitz ausgebildet ist, so dass es relativ kompliziert und damit teuer in der Herstellung ist. Es ist bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzventil somit nicht möglich, den Einspritzquerschnitt beliebig zu steuern.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass sowohl die innere als auch die äußere Ventilnadel über lediglich ein Steuerventil ansteuerbar sind. Im Gehäuse ist ein Steuerraum ausgebildet, der mit dem Hochdruckkanal und darüber hinaus mit einem Steuerdruckraum verbunden ist. Durch den Druck im Steuerraum wird eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel zumindest mittelbar ausgeübt. Im Gehäuse ist ein Steuerventil ausgebildet, durch das der Steuerraum mit einem Leckölraum verbindbar ist, so

dass der Druck im Steuerraum und, wegen der Verbindung mit dem Steuerraum, auch im Steuerdruckraum über das Steuerventil deutlich unter den Einspritzdruck absenkbar ist, so dass sich die Schließkraft auf die innere bzw. die äußere Ventilsnadel steuern lässt. Über eine geeignete Schaltcharakteristik des Steuerventils und durch geeignet dimensionierte Zu- bzw. Abläufe des Steuerraums und dessen Verbindung mit dem Steuerdruckraum lässt sich eine separate Ansteuerung der äußeren Ventilsnadel oder wahlweise beider Ventilsnadeln erreichen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung weist das Steuerventil einen mit dem Steuerraum verbundenen Ventilraum auf und ein Ventilglied, das durch einen Aktor gesteuert wird. Der Aktor ist hierbei vorteilhafterweise als elektrischer Aktor ausgebildet und hierbei insbesondere als Piezo-Aktor. Hierdurch lässt sich das Ventilglied präzise steuern und das Ventilglied unmittelbar auf die gewünschte Position fahren.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wirkt das Ventilglied in einer ersten Schaltstellung mit einem ersten Ventilsitz zusammen und in einer zweiten Schaltstellung mit einem zweiten Ventilsitz, wobei der Ventilraum in der ersten Schaltstellung gegen den Leckölraum abgedichtet ist und in der zweiten Schaltstellung mit dem Leckölraum verbunden ist. Durch dieses Ventilglied lässt sich der Druck im Steuerraum präzise und ohne nennenswerte zeitliche Verzögerung steuern.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Ventilraum des Steuerventils über einen Verbindungskanal mit dem Hochdruckkanal verbindbar, wobei das Ventilglied bei seiner Anlage am zweiten Ventilsitz den Verbindungskanal verschließt. Bei Entlastung des Steuerraums wird somit der Verbindungskanal unwirksam und stört die weitere Funktion der Druckregelung im Steuerraum nicht. Bei Betätigung des

Steuerventils und Bewegung des Ventilgliedes zum ersten Ventilsitz wird der Hochdruckkanal freigegeben, und es kann Kraftstoff mit dem Einspritzdruck in den Ventilraum und von dort in den Steuerraum strömen. Hierdurch wird nach Beendigung der Einspritzung sehr schnell ein hoher Druck im Steuerraum aufgebaut, so dass sich eine starke Schließkraft auf die äußere Ventilnadel und damit auch auf die innere Ventilnadel ergibt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist im Gehäuse ein äußerer Druckkolben angeordnet, der mit der äußeren Ventilnadel verbunden ist und dessen Stirnfläche den Steuerraum begrenzt. Auf diese Weise ergibt sich eine hydraulische Kraft durch den Druck im Steuerraum auf die Stirnfläche des äußeren Druckkolbens, so dass eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel ausgeübt wird. Durch die Trennung der Funktion der druckbeaufschlagten Druckfläche und der Ventilnadel lassen sich beide Teile getrennt voneinander optimieren.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kommt der äußere Druckkolben bei der Öffnungshubbewegung der äußeren Ventilnadel an einer Wand des Steuerraums zur Anlage, so dass die Verbindung des Steuerraums zum Hochdruckkanal unterbrochen wird. Hierdurch strömt bei geöffnetem Kraftstoffeinspritzventil kein Kraftstoff mehr in den Steuerraum, so dass die Leckölverluste des Kraftstoffeinspritzventils minimiert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Steuerdruckraum im äußeren Druckkolben ausgebildet und durch eine Bohrung im äußeren Druckkolben mit dem Steuerraum verbunden. Diese Konstruktion erlaubt eine direkte Ansteuerung der inneren Ventilnadel, die sich in der äußeren Ventilnadel befindet, und ergibt darüber hinaus eine sehr platzsparende Konstruktion.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung herrscht im Leckölraum ein gegenüber dem Einspritzdruck deutlich niedrigerer Druck, vorzugsweise Atmosphärendruck. Je niedriger der Druck im Leckölraum, desto größer sind die Druckunterschiede gegenüber dem Einspritzdruck, so dass sich entsprechend auch größere Kräfte auf die innere bzw. äußere Ventilnadel realisieren lassen und damit kürzere Schaltzeiten.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Zeichnung und der Beschreibung entnehmbar.

#### Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils gezeigt. Es zeigt

- Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil in seinem wesentlichen Bereich,
- Figur 2 eine Vergrößerung von Figur 1 im Bereich des brennraumseitigen Endes des Einspritzventils, wobei dieser Ausschnitt in Figur 1 mit II bezeichnet ist,
- Figur 3 eine Vergrößerung von Figur 1 im mit III bezeichneten Bereich und
- Figur 4 einen Querschnitt durch den in Figur 3 gezeigten Ausschnitt entlang der Linie IV-IV.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Ventilkörper 3, einen Zwischenkörper 7, eine Zwischenscheibe 9, einen Steuerkörper 12 und einen Haltekörper 14 umfasst, wobei diese Bauteile in der aufgezählten Reihenfolge jeweils aneinander anliegen. Alle diese Teile des Gehäuses 1 werden hierbei

durch eine Spannmutter 5 mit ihren Anlageflächen aneinander gepresst. Im Gehäuse 1 ist ein Hochdruckkanal 10 ausgebildet, der an einem Ende mit einer in der Zeichnung nicht dargestellten Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist und durch den Haltekörper 14, den Steuerkörper 12, die Zwischenscheibe 9 und den Zwischenkörper 7 bis in den Ventilkörper 3 reicht. Im Ventilkörper 3 mündet der Hochdruckkanal 10 in einen Druckraum 26, der als radiale Erweiterung einer im Ventilkörper 3 ausgebildeten Bohrung 16 ausgeführt ist. Die Bohrung 16 wird an ihrem brennraumseitigen Ende von einer Sitzfläche 24 verschlossen, wobei in der Sitzfläche 24 Einspritzöffnungen 30 ausgebildet sind, die die Bohrung 16 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbinden. In der Bohrung 16 ist eine kolbenförmige, äußere Ventilnadel 20 angeordnet, die in einem brennraumabgewandten Abschnitt der Bohrung 16 dichtend geführt ist. Die äußere Ventilnadel 20 verzweigt sich ausgehend vom geführten Abschnitt dem Brennraum zu unter Bildung einer Druckschulter 27 und geht an ihrem brennraumseitigen Ende in eine Ventildichtfläche 32 über, mit der sie an der Sitzfläche 24 in Schließstellung anliegt. Zwischen der äußeren Ventilnadel 20 und der Wand der Bohrung 16 ist ein Ringkanal 28 ausgebildet, der den Druckraum 26 mit der Sitzfläche 24 verbindet, wobei die Druckschulter 27 auf Höhe des Druckraums 26 angeordnet ist. In Schließstellung verschließt die äußere Ventilnadel 20 die Einspritzöffnungen 30 gegen den Kraftstoff im Ringkanal 28, so dass nur bei von der Sitzfläche 24 abgehobener äußerer Ventilnadel 20 Kraftstoff den Einspritzöffnungen 30 zuströmen kann.

Die äußere Ventilnadel 20 ist als Hohl-nadel ausgeführt und weist eine Längsbohrung 21 auf. In der Längsbohrung 21 ist eine innere Ventilnadel 22 längsverschiebbar angeordnet, die mit ihrem brennraumseitigen Ende ebenfalls an der Sitzfläche 24 in Schließstellung zur Anlage kommt. In Figur 2 ist eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Figur 1 dargestellt, also der Bereich der Sitzfläche 24. Die Ein-



spritzöffnungen 30 in der Sitzfläche 24 sind in einer äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und einer inneren Einspritzöffnungsreihe 230 gruppiert. Die äußere Ventilnadel 20 weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine konische Ventildichtfläche 32 auf, die einen größeren Öffnungswinkel aufweist als die ebenfalls konisch ausgebildete Sitzfläche 24. Hierdurch ist an der äußeren Kante der Dichtfläche 32 eine Dichtkante 34 ausgebildet, die in Schließstellung der äußeren Ventilnadel 20 an der Sitzfläche 24 zur Anlage kommt. Die Dichtkante 34 ist hierbei stromaufwärts zur äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 angeordnet, so dass bei Anlage der Dichtkante 34 an der Sitzfläche 24 die Einspritzöffnungen der äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 gegen den Ringkanal 28 abgedichtet werden. Am brennraumseitigen Ende der inneren Ventilnadel 22 ist eine konische Druckfläche 36 ausgebildet, welche ihrerseits an eine ebenfalls konische Konusfläche 38 grenzt, die das Ende der inneren Ventilnadel 22 bildet. Am Übergang der Druckfläche 36 zur Konusfläche 38 ist eine Dichtkante 37 ausgebildet, die in Schließstellung der inneren Ventilnadel 22 an der Sitzfläche 24 zur Anlage kommt. Die Anlage der Dichtkante 37 erfolgt hierbei zwischen der äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und der inneren Einspritzöffnungsreihe 230, so dass bei Anlage der inneren Ventilnadel 22 an der Sitzfläche 24 nur die innere Einspritzöffnungsreihe 230 gegen den Ringraum 28 abgedichtet wird, nicht jedoch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130.

Figur 3 zeigt eine Vergrößerung von Figur 1 im mit III bezeichneten Ausschnitt, also im Bereich von Zwischenkörper 7, Zwischenscheibe 9 und Steuerkörper 12. Im Zwischenkörper 7 ist eine Kolbenbohrung 45 ausgebildet, in der ein Druckkolben 40 angeordnet ist, der mit seinem brennraumzugewandten Ende an der äußeren Ventilnadel 20 anliegt. Durch eine radiale Erweiterung der Kolbenbohrung 45 ist ein Federraum 43 ausgebildet, in dem zwischen einer Anlagefläche 41 des Federraums 43 und einer Ringfläche 39 des äußeren Druckkolbens

40 eine Schließfeder 44 unter Druckvorspannung angeordnet ist, die den äußeren Druckkolben 40 auf einem Teil seiner Länge umgibt. Durch die Vorspannung der Schließfeder 44 wird der äußere Druckkolben 40 in Richtung des Ventilkörpers 3 gedrückt und damit auch die äußere Ventilnadel 20 in Richtung der Sitzfläche 24. Im äußeren Druckkolben 40 ist eine Führungsbohrung 47 in Längsrichtung ausgebildet, in der ein innerer Druckkolben 42 geführt ist, der mit seinem brennraumseitigen Ende an der inneren Ventilnadel 22 anliegt. Der innere Druckkolben 42 ist im äußeren Druckkolben 40 längsverschiebbar und bewegt sich synchron mit der inneren Ventilnadel 22.

Durch die Kolbenbohrung 45, die brennraumabgewandte Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 und die Zwischenscheibe 9 wird ein Steuerraum 50 begrenzt, der über eine im äußeren Druckkolben 40 ausgebildete Verbindungsbohrung 55 mit einem Steuerdruckraum 52 verbunden ist, der von der Führungsbohrung 47 und der brennraumabgewandten Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42 begrenzt wird. Der Steuerraum 50 ist über eine Zulaufdrossel 70 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden und über eine Ablaufdrossel 72 mit einem im Steuerkörper 12 ausgebildeten Ventilraum 68. Im Ventilraum 68 ist ein Ventilglied 60 angeordnet, das im wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist und ein Steuerventil 58 bildet. Die abgeflachte Seite ist der Zwischenscheibe 9 zugewandt, während die halbkugelförmige Seite des Ventilglieds 60 mit einem Druckstück 48 verbunden ist, das in einem im Haltekörper 14 angeordneten Aufnahmekörper 13 geführt ist. Das Druckstück 48 ist hierbei durch einen Aktor 46 längsverschiebbar und bewegt dadurch auch das Ventilglied 60 im Ventilraum 68, wobei der Aktor hierbei beispielsweise als Piezo-Aktor ausgebildet ist. Das Druckstück 48 wird von einem Leckölraum 78 umgeben, der wegen seiner Verbindung mit einem in der Zeichnung nicht dargestellten Leckölsystem stets einen niedrigen Druck aufweist. Der Zwischenscheibe 9 abgewandt ist im Ven-

tilraum 68 ein erster Ventilsitz 62 ausgebildet, an dem das Ventilglied 60 mit seiner kugeligen Ventildichtfläche 66 zur Anlage gelangen kann. Dem ersten Ventilsitz 62 gegenüberliegend ist im Ventilraum 68 ein zweiter Ventilsitz 64 ausgebildet, an dem das Ventilglied 60 mit der abgeflachten Seite zur Anlage kommen kann. Durch Anlage des Ventilglieds 60 am zweiten Ventilsitz 64 wird ein Verbindungskanal 74 verschlossen, der ebenfalls in den Ventilraum 68 mündet und der über einen Querkanal 76 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden ist. Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch Figur 3 entlang der Linie IV-IV. Der Verlauf des Querkanal 76 als eine halbkreisförmige Nut an der dem Zwischenkörper 7 zugewandten Anlagefläche der Zwischenscheibe 9 wird hier deutlich. In dem dort dargestellten Querschnitt ist auch gut die Zulaufdrossel 70, die Ablaufdrossel 72, der Verbindungskanal 74 und der Hochdruckkanal 10 sichtbar.

Die Funktion des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt: Zu Beginn des Einspritzzyklus befindet sich das Kraftstoffeinspritzventil in Schließstellung, d.h. sowohl die äußere Ventilnadel 20 als auch die innere Ventilnadel 22 sind in Anlage an der Sitzfläche 24 und verschließen sowohl die innere Einspritzöffnungsreihe 230 als auch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130. Da das Ventilglied 60 am ersten Ventilsitz 62 anliegt, sind sowohl der Stellerraum 50 als auch der Steuerdruckraum 52 über die Zulaufdrossel 70 mit dem Hochdruckkanal 10 verbunden, so dass sowohl im Stellerraum 50 als auch im Steuerdruckraum 52 der hohe Kraftstoffdruck des Hochdruckkanals 10 herrscht, der dem Einspritzdruck entspricht. Die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 weist eine größere hydraulisch wirksame Fläche auf als die Druckschulter 27 der äußeren Ventilnadel 20, so dass die äußere Ventilnadel 20 in Schließstellung verbleibt. Die Kraft der Schließfeder 44 spielt hierbei nur eine untergeordnete Rolle; die Schließfeder 44 dient hauptsächlich dazu, die äußere Ventilnadel 20 in Schließstellung zu halten, wenn

die Brennkraftmaschine nicht arbeitet. Auch im Ventilraum 68 herrscht durch die Verbindung über den Verbindungskanal 74 und auch über die Ablaufdrossel 72 der Druck im Hochdruckkanal 10. Im Leckölraum 78 herrscht dagegen ein niedriger Druck, der in der Regel etwa dem Atmosphärendruck entspricht.

Soll eine Einspritzung stattfinden, so wird der Aktor 46 betätigt, und das Ventilglied 60 bewegt sich zusammen mit dem Druckstück 48 vom ersten Ventilsitz 62 weg zum zweiten Ventilsitz 64. Hierdurch wird der Ventilraum 68 mit dem Leckölraum 78 verbunden, so dass der Ventilraum 68 und auch der Steuerraum 50 über die Ablaufdrossel 72 druckentlastet werden. Durch die Anlage des Ventilglieds 60 am zweiten Ventilsitz 64 wird der Verbindungskanal 74 verschlossen, so dass in den Ventilraum 68 kein Kraftstoff mehr über den Querkanal 76 zufließen kann. Die Zulaufdrossel 70 und die Ablaufdrossel 72 sind dabei so dimensioniert, dass der Druck im Steuerraum 50 zwar abfällt, aber nicht auf das Niveau des Leckölraums 78. Durch den abfallenden Druck im Steuerraum 50 erniedrigt sich die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40, so dass jetzt die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 27 überwiegt. Die äußere Ventilschraube 20 hebt daraufhin von der Sitzfläche 24 ab, und Kraftstoff strömt aus dem Ringraum 28 zur äußeren Einspritzöffnungsreihe 130 und wird von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Durch das Abheben der äußeren Ventilschraube 20 wird jetzt auch die Druckfläche 36 der inneren Ventilschraube 22 vom Kraftstoff beaufschlagt, jedoch reicht diese Kraft nicht aus, die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42 zu überwinden, da der Druck im Steuerraum 50 hierfür noch zu hoch ist. Die äußere Ventilschraube 20 bzw. der äußere Druckkolben 40 bewegen sich solange vom Brennraum weg, bis die Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 an der Zwischenscheibe 9 zur Anlage kommt.

Wenn beabsichtigt ist, beispielsweise für eine Piloteinspritzung, nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzen, so muss zu diesem Zeitpunkt durch die Betätigung des Aktors 46 das Ventilglied 60 erneut bewegt werden, so dass die Verbindung des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78 unterbrochen wird. Hierdurch wird die Verbindung des Hochdruckkanals 10 über den Verbindungskanal 74 zum Ventilraum 68 wieder hergestellt, so dass Kraftstoff mit Einspritzdruck aus dem Hochdruckkanal 10 über die Ablaufdrossel 72 und über die Zulaufdrossel 70 in den Steuerraum 50 strömt. Dort baut sich erneut ein hohes Kraftstoffdruckniveau auf, das den äußeren Druckkolben 40 und damit auch die äußere Ventilnadel 20 wieder zurück in die Schließstellung drückt.

Ist hingegen vorgesehen, durch den gesamten Einspritzquerschnitt, d.h. durch sämtliche Einspritzöffnungen 30 einzuspritzen, so verbleibt das Ventilglied 60 in Anlage am zweiten Ventilsitz 64. Durch die Anlage der Stirnseite 51 des äußeren Druckkolbens 40 an der Zwischenscheibe 9 wird die Zulaufdrossel 70 verschlossen. Der Druck im Steuerdruckraum 52 kann somit über die Ablaufdrossel 72 und die Verbindung des Ventilraums 68 zum Leckölraum 78 weiter abfallen, bis die hydraulische Kraft auf die Druckfläche 36 der inneren Ventilnadel 22 größer ist als die hydraulische Kraft auf die Stirnseite 53 des inneren Druckkolbens 42. Die innere Ventilnadel 22 hebt jetzt mit der Dichtkante 37 von der Sitzfläche 24 ab, und Kraftstoff wird zusätzlich durch die innere Einspritzöffnungsreihe 230 eingespritzt. Die Einspritzung wird auch hier dadurch beendet, dass der Aktor 46 betätigt wird, so dass das Ventilglied 60 wieder zurück in Anlage an den ersten Ventilsitz 62 fährt. In der bereits oben beschriebenen Weise wird nun wieder Kraftstoffhochdruck in den Steuerraum 50 und über die Verbindungsbohrung 55 auch in den Steuerdruckraum 52 geleitet. Hierdurch schließen sowohl die

innere Ventilmadel 22 als auch die äußere Ventilmadel 20 die Einspritzöffnungen 30 wieder gegen den Ringkanal 28.

Neben der Zeitsteuerung für das Öffnen nur der äußeren Einspritzöffnungsreihe kann ein selektives Öffnen auch durch eine Mittelstellung des Steuerventils 58 erreicht werden. Das Ventilglied 60 wird mittels des Piezo-Aktors 48 in eine Mittelstellung zwischen dem ersten Ventilsitz 62 und dem zweiten Ventilsitz 64 gefahren, so dass sämtliche Verbindungen zum Ventilraum 68 geöffnet sind. Hierdurch fließt einerseits Kraftstoff aus dem Ventilraum 68 in den Leckölraum 78, andererseits über den Verbindungskanal 74 ständig in den Ventilraum 68, so dass sich nur ein gewisser Druckabfall im Ventilraum 68 einstellt, der noch deutlich über dem Druck des Leckölraums 78 liegt. Dieser Druck reicht aus, um die innere Ventilmadel 22 in ihrer Schließstellung zu halten, die Schließkraft auf die äußere Ventilmadel 20 ist jedoch soweit reduziert, dass diese öffnet. Die Einspritzung wird auch hier wieder in der bereits oben beschriebenen Art und Weise durch Schalten des Steuerventils 58 beendet.

Der Aktor 46 ist in diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise ein Piezo-Aktor. Das Ventilglied 60 im Ventilraum 68 benötigt für seine Funktion nur einen geringen Hub, wie er in der Regel von einem Piezo-Aktor aufgebracht werden kann. Notfalls kann ein hydraulischer Übersetzer vorgesehen werden, mit dem größere Hübe realisiert werden können und der aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt ist. Darüber hinaus bieten Piezo-Aktoren den Vorteil, dass sie äußerst schnell schalten können. Es ist so ohne Probleme in der oben beschriebenen Art und Weise möglich ist, eine präzise Voreinspritzung nur durch die äußere Einspritzöffnungsreihe 130 durchzuführen.

## Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem in einer Bohrung (16) eine äußere Ventilnadel (20) und eine darin geführte innere Ventilnadel (22) angeordnet sind, wobei die äußere Ventilnadel (20) in einer Schließposition an einem am brennraumseitigen Ende des Gehäuses (1) angeordneten Ventilsitz (24) zur Anlage kommt und durch eine Längsbewegung in einer Öffnungsrichtung eine äußere Einspritzöffnungsreihe (130) aufsteuert, und die innere Ventilnadel (22) ebenfalls an dem Ventilsitz (24) in einer Schließposition anliegt und durch eine Längsbewegung in einer Öffnungsrichtung eine innere Einspritzöffnungsreihe (230) aufsteuert, welchen Einspritzöffnungsreihen (130; 230) im aufgesteuerten Zustand der Ventilnadeln (20; 22) Kraftstoff unter Druck aus einem im Gehäuse (1) ausgebildeten Druckraum (26) zufließt und von dort in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, und mit einer Druckschulter (27), die an der äußeren Ventilnadel (20) ausgebildet ist und die vom Kraftstoffdruck im Druckraum (26) beaufschlagt wird, so dass sich dadurch eine in Öffnungsrichtung wirkende Kraft auf die äußere Ventilnadel (20) ergibt, und mit einer Druckfläche (36) an der inneren Ventilnadel (22), die nach Abheben der äußeren Ventilnadel (20) vom Ventilsitz (24) vom Kraftstoffdruck in Öffnungsrichtung beaufschlagt wird, und mit einem im Gehäuse (1) verlaufenden Hochdruckkanal (10), der in den Druckraum (26) mündet und in dem stets Kraftstoff unter hohem Druck

anliegt, und mit einem kraftstoffgefüllten Steuerdruckraum (52), dessen Druck steuerbar ist und durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die innere Ventilnadel (22) ausgeübt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Gehäuse (1) ein kraftstoffgefüllter Steuerraum (50) ausgebildet ist, durch dessen Druck zumindest mittelbar eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (20) ausgeübt wird, und mit einer Zulaufdrossel (70), durch welche der Steuerraum (50) mit dem Hochdruckkanal (10) verbunden ist, und mit einer Ablaufdrossel (72), über die der Steuerraum (50) mit einem drucklosen Leckölraum (78) verbindbar ist, wobei die Ablaufdrossel (72) durch ein Steuerventil (58) verschließbar ist und die Ablaufdrossel (72) und die Zulaufdrossel (70) so dimensioniert ist, dass bei geöffneter Ablaufdrossel (72) mehr Kraftstoff aus dem Steuerraum (50) abfließt als durch die Zulaufdrossel (70) zufließt, und mit einer Verbindung (55) zwischen dem Steuerraum (50) und dem Steuerdruckraum (52), wobei der Steuerdruckraum (52) bis auf die Verbindung (55) abgeschlossen ist und wobei die Verbindung (55) so dimensioniert ist, dass beim Öffnen der Ablaufdrossel (72) durch das Steuerventil (58) zuerst der Druck im Steuerraum (50) abfällt und erst mit einer zeitlichen Verzögerung auch im Steuerdruckraum (52).

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerventil (58) einen mit dem Steuerraum (50) verbundenen Ventilraum (68) und ein durch einen Aktor (46) steuerbares Ventilglied (60) aufweist.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (60) des Steuerventils (58) durch einen elektrischen Aktor (46) bewegt wird.



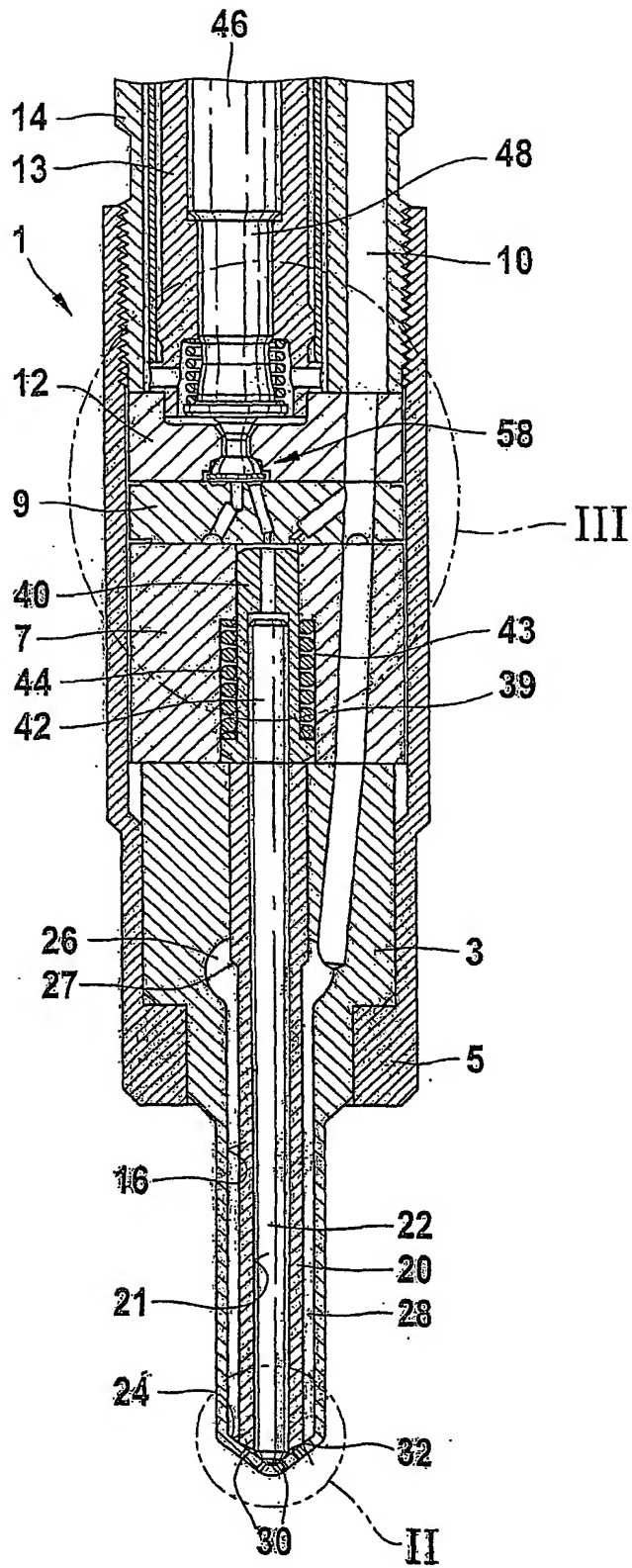
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Aktor (46) ein Piezo-Aktor ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilglied (60) in einer ersten Schaltstellung mit einem ersten Ventilsitz (62) und in einer zweiten Schaltstellung mit einem zweiten Ventilsitz (64) zusammenwirkt, wobei der Ventilraum (68) in der ersten Schaltstellung gegen den Leckölraum (78) abgedichtet ist und in der zweiten Schaltstellung mit dem Leckölraum (78) verbunden ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilraum (68) über einen Verbindungskanal (74; 76) mit dem Hochdruckkanal (10) verbindbar ist, wobei das Ventilglied (60) bei seiner Anlage am zweiten Ventilsitz (64) den Verbindungskanal (74) verschließt.
7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Ventilglied (60) in eine Mittelstellung bringen lässt, so dass das Ventilglied (60) weder am ersten Ventilsitz (62) noch am zweiten Ventilsitz (64) anliegt.
8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuse (1) ein äußerer Druckkolben (40) angeordnet ist, der mit der äußeren Ventilnadel (20) verbunden ist und dessen Stirnfläche (51) den Steuerraum (50) begrenzt, so dass durch die hydraulische Kraft auf diese Stirnfläche (51) eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel (20) ausgeübt wird.
9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der äußere Druckkolben (40) bei der

Öffnungsbewegung der äußeren Ventalnadel (10) an einer Wand des Steuerraums (50) zur Anlage kommt und dadurch die Zulaufdrossel (70) unterbricht, die den Steuerraum (50) mit dem Hochdruckkanal (10) verbindet.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerdruckraum (52) im äußeren Druckkolben (40) ausgebildet ist und dass die Verbindung mit dem Steuerraum (50) als Verbindungsbohrung (55) im äußeren Druckkolben (40) ausgebildet ist.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Leckölraum (78) stets ein gegenüber dem Einspritzdruck deutlich niedrigerer Druck herrscht, vorzugsweise Atmosphärendruck.

Fig. 1



**Fig. 2**

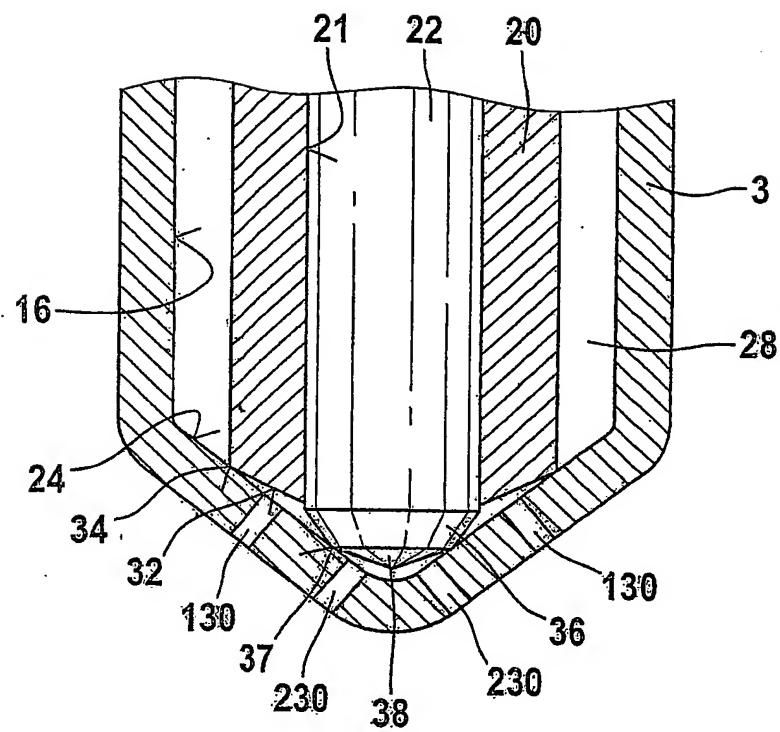
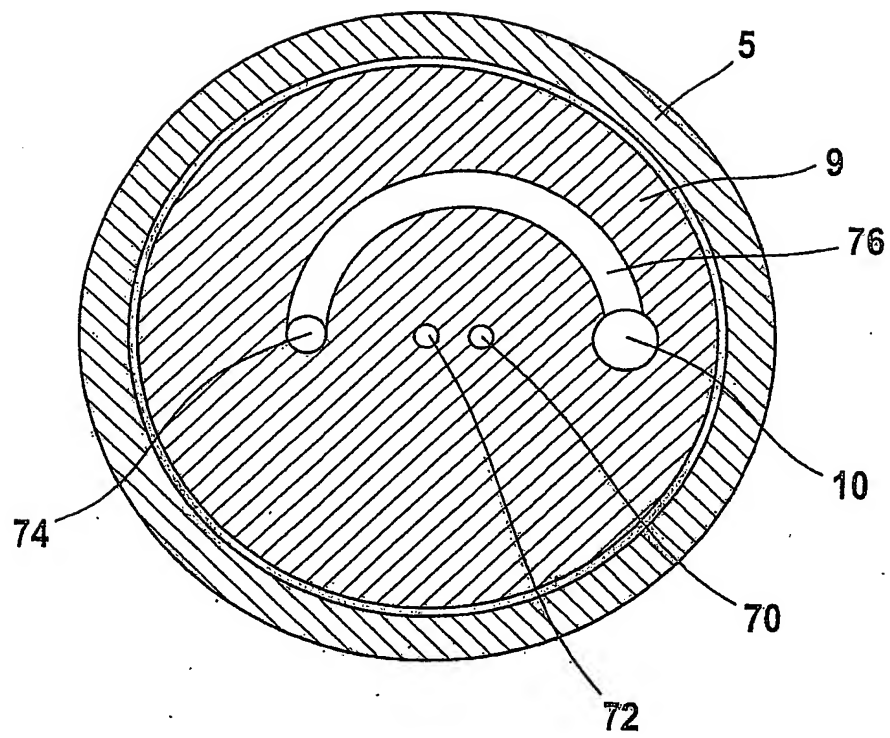




Fig. 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No

PCT/DE 03/00210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F02M45/08 F02M47/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO 02 090754 A (BOSCH GMBH ROBERT ;BOEHLAND PETER (DE); KANNE SEBASTIAN (DE); NENT) 14 November 2002 (2002-11-14) page 7 -page 13 figures 1,3	1-3,8-11
A	EP 1 069 308 A (DELPHI TECH INC) 17 January 2001 (2001-01-17) paragraph '0013! - paragraph '0042! figures 1,2	1
A	EP 0 978 649 A (SIEMENS AG) 9 February 2000 (2000-02-09) paragraph '0019! - paragraph '0040! figure 1	1
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2003

Date of mailing of the international search report

07/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Louchet, N

## Internal Application No.

**C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

In International Application No  
PCT/DE 03/00210

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 02090754	A	14-11-2002	DE	10122241 A1	05-12-2002
			WO	02090754 A1	14-11-2002
EP 1069308	A	17-01-2001	EP	1069308 A2	17-01-2001
			US	6378503 B1	30-04-2002
EP 0978649	A	09-02-2000	EP	0978649 A2	09-02-2000
DE 10038054	A	15-02-2001	AT	3763 U2	25-07-2000
			DE	10038054 A1	15-02-2001
DE 19834867	A	11-02-1999	AT	2164 U2	25-05-1998
			DE	19834867 A1	11-02-1999
EP 0878623	A	18-11-1998	EP	0878623 A2	18-11-1998
			US	6024297 A	15-02-2000
DE 19949528	A	19-04-2001	DE	19949528 A1	19-04-2001
			CZ	20012108 A3	12-06-2002
			WO	0127465 A1	19-04-2001
			EP	1144857 A1	17-10-2001
			JP	2003511625 T	25-03-2003

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 F02M45/08 F02M47/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	WO 02 090754 A (BOSCH GMBH ROBERT ;BOEHLAND PETER (DE); KANNE SEBASTIAN (DE); NENT) 14. November 2002 (2002-11-14) Seite 7 -Seite 13 Abbildungen 1,3	1-3,8-11
A	EP 1 069 308 A (DELPHI TECH INC) 17. Januar 2001 (2001-01-17) Absatz '0013! - Absatz '0042! Abbildungen 1,2	1
A	EP 0 978 649 A (SIEMENS AG) 9. Februar 2000 (2000-02-09) Absatz '0019! - Absatz '0040! Abbildung 1	1
-/-		



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist

\* &amp; \* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. April 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/05/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Louchet, N

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 03/00210

PCT/DE 03/00210

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 38 054 A (AVL LIST GMBH) 15. Februar 2001 (2001-02-15) Spalte 2, Zeile 35 -Spalte 3, Zeile 33 Abbildung 1 ---	1
A	DE 198 34 867 A (AVL LIST GMBH) 11. Februar 1999 (1999-02-11) Abbildungen 1,2 ---	1
A	EP 0 878 623 A (LUCAS IND PLC) 18. November 1998 (1998-11-18) Spalte 2 -Spalte 8, Zeile 30 Abbildungen 1,3 ---	1
A	DE 199 49 528 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19. April 2001 (2001-04-19) Spalte 5, Zeile 63 -Spalte 6, Zeile 27 Abbildung 3 -----	5-7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. Aktenzeichen

PCT/DE 03/00210

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 02090754	A	14-11-2002	DE WO	10122241 A1 02090754 A1	05-12-2002 14-11-2002
EP 1069308	A	17-01-2001	EP US	1069308 A2 6378503 B1	17-01-2001 30-04-2002
EP 0978649	A	09-02-2000	EP	0978649 A2	09-02-2000
DE 10038054	A	15-02-2001	AT DE	3763 U2 10038054 A1	25-07-2000 15-02-2001
DE 19834867	A	11-02-1999	AT DE	2164 U2 19834867 A1	25-05-1998 11-02-1999
EP 0878623	A	18-11-1998	EP US	0878623 A2 6024297 A	18-11-1998 15-02-2000
DE 19949528	A	19-04-2001	DE CZ WO EP JP	19949528 A1 20012108 A3 0127465 A1 1144857 A1 2003511625 T	19-04-2001 12-06-2002 19-04-2001 17-10-2001 25-03-2003

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**